

# - 현장 계전기 기술 ⑧ -

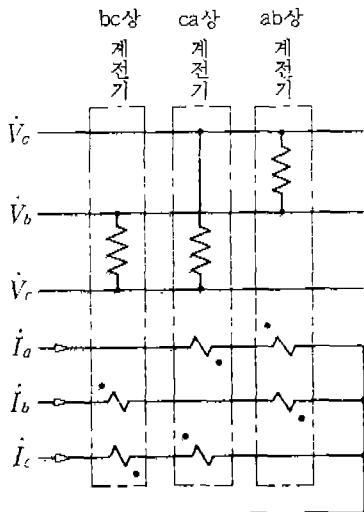
역/박 한 종(협회 교육홍보위원)

## 33. 거리계전기의 입력회로

거리계전기는 (입력전압)/(입력전류)의 비, 즉 계전기가 보는 임피던스가 작아졌을 때 동작한다. 단락 거리계전기는 2상 이상에 걸치는 사고의 보호를 목적으로 하는 것으로서, 계통의 중성점 접지방식에는 관계없이 사용된다.

그림 33·1과 같이 각 상간의 전압, 전류를 입력으로 하는 것이 각 상간마다 사용되며, (38)식과 같은  $\Delta$  임피던스에 응동한다.

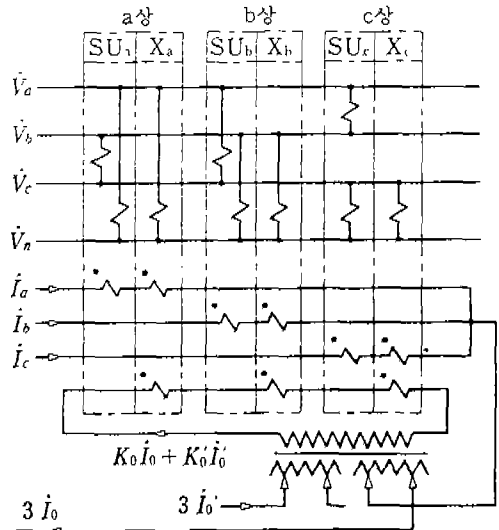
$$\left. \begin{aligned} \dot{Z}_{bc} &= \dot{V}_{bc} / (\dot{I}_b - \dot{I}_c) \\ \dot{Z}_{ca} &= \dot{V}_{ca} / (\dot{I}_c - \dot{I}_a) \\ \dot{Z}_{ab} &= \dot{V}_{ab} / (\dot{I}_a - \dot{I}_b) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (38)$$



<그림 33·1> 단락거리계전기의 입력회로

지락 거리계전기는 1상 지락사고의 보호를 목적으로 하는 것으로서, 직접 접지제에만 사용된다. 그림 33·1은 평행 2회선 송전선에 사용되는 경우의 입력회로로서, 거리요소 X와 방향요소 SU의 입력이 상이하다.

거리요소 X는 (39)식과 같이 각 상전압 전류 외에 자회선 영상전류  $I_0$  및 타회선 영상전류  $I_0'$ 를 사용하여 측거(測距)한다. 이것은 상 대지전압이 그 상의 전류 외에  $I_0$  및  $I_0'$ 의 영향을 받기 때문이다. 방향요소는 직각 접속의 단락방향계전기(그림 30·2)에 상전압에 의한 억제를 가한 것이 일반적으로 사용된다.



<그림 33·2> 지락거리계전기의 입력회로

$$\left. \begin{aligned} \dot{Z}_a &= \dot{V}_a / (\dot{I}_a + K_0 \dot{I}_0 + K_0' \dot{I}_0') \\ \dot{Z}_b &= \dot{V}_b / (\dot{I}_b + K_0 \dot{I}_0 + K_0' \dot{I}_0') \\ \dot{Z}_c &= \dot{V}_c / (\dot{I}_c + K_0 \dot{I}_0 + K_0' \dot{I}_0') \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (39)$$

여기서  $K_0, K_0'$ 는 정수이다.

### 34. R-X 도표와 거리계전기의 동작범위

거리계전기의 특성을 나타내는 것에 R-X 도표가 사용된다. 이것은 임피던스  $Z$ 를 복소 평면상에 나타내는 것으로서, 그림 34·1과 같이 저항분은  $+R$  또는  $-R$ 의 횡축상에, 리액턴스분은  $+X$  또는  $-X$ 의 종축상에 표시된다.

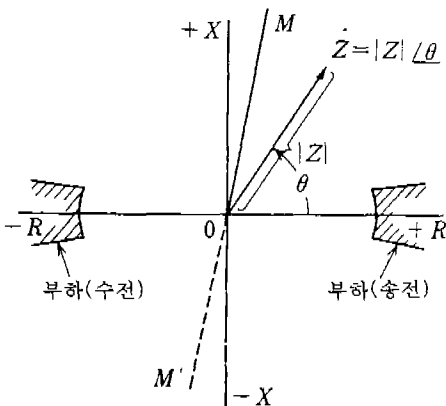
$Z = V/I$ 의 전압  $V$ 와 전류  $I$ 가 동위상이면  $Z$ 는  $+R$  축상으로  $Z$ 의 절대치 거리의 점에 있고,  $V$ 와  $I$ 가 역위상이면  $Z$ 는  $-R$  축상에 있다. 그리고  $V$ 가  $I$ 보다  $90^\circ$  앞서면  $Z$ 는  $+X$  축상에 있고  $90^\circ$  뒤지면  $-X$  축상에 있다.  $Z$ 가 (40)식으로 표시되는 경우

$$\dot{Z} = |Z| \angle \theta \dots\dots\dots (40)$$

다만,  $|Z|$ :  $\dot{Z}$ 의 절대치,  $\theta$ :  $\dot{V}$ 가  $\dot{I}$ 보다 앞선 각도, 즉  $\dot{Z}$ 의 앞선 각도에는 그림과 같이  $+R$  축에서  $\theta$  앞선 각도이고 또한 원점 0부터  $|Z|$  거리의 곳에 있다.

임피던스는  $\dot{V}$ 를  $\dot{I}$ 보다  $90^\circ$  앞서게 하는 임피던스로서  $+X$ 축에 있고, 정전용량(캐퍼시턴스)는  $90^\circ$  뒤진 임피던스로  $-X$ 축에 있다. 저항은  $+R$  축상에 있다.

송전선의 임피던스는 저항분이 적고 인덕턴스분



<그림 34·1> R-X 도표

이 많기 때문에 그림의 직선 OM상에 있으며 원점으로부터의 거리가 계전기 설치점으로부터의 거리에 대응한다.

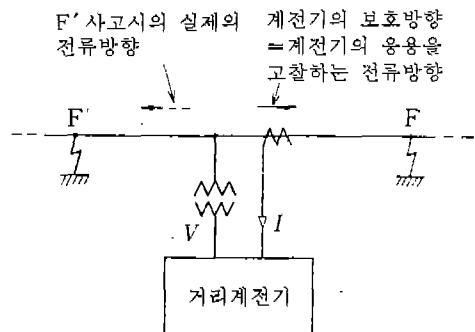
계전기가 보는 임피던스, 즉 계전기 입력전압  $\dot{V}$ 의 입력전류  $\dot{I}$ 의 비를 검토하는 경우는 전류의 방향을 그림 34·2와 같이 계전기의 보호방향으로 고정시켜 생각한다.

이와 같은 전류의 방향으로 한 경우 사고가 보호방향의 F점에서 생기면 계전기 설치단자의 전압  $V$ 보다 뒤진 전류  $\dot{I}$ 가 실선 화살표의 보호방향으로 흐른다.  $\dot{V}$ 는  $\dot{I}$ 보다 앞서고 계전기가 보는 임피던스는 실제의 사고점까지의 송전선 임피던스와 일치해서 그림 34·1의 직선 OM상에 있다.

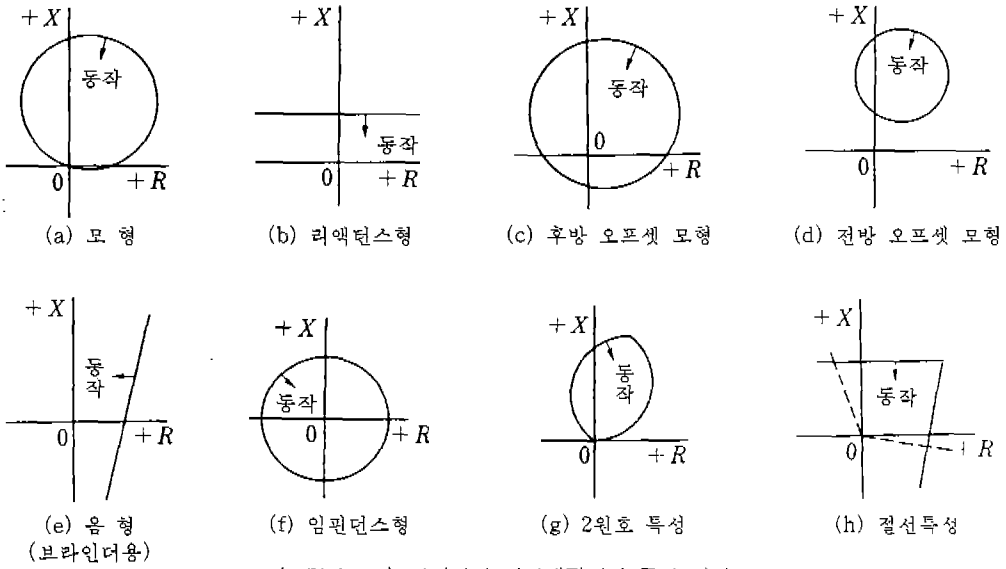
사고가 보호방향과 역방향인 F'점에서 생기면 실제의 전류방향은 점선 화살표 방향이며, 이 전류방향에서  $\dot{V}$ 와  $\dot{I}$ 의 관계는 F점 사고의 경우와 동일해진다. 그러나 전류를 계전기 보호방향으로 고정시켜 생각하면 전류의 위상이 점선 화살표로 생각한 경우와 반대가 된다. 따라서 계전기가 보는 임피던스도 실제의 송전선 임피던스와 반대가 되어 그림 34·1의 파선 직선 OM'상이 된다.

통상적인 송전상태에서는 역률이 1에 가까운 상태, 즉  $\dot{V}$ 와  $\dot{I}$ 가 거의 동위상 상태로 전력이 보내진다. 송전방향이 계전기의 보호방향이면 계전기가 보는 임피던스는  $+R$ 축방향에 있고 보호방향과 역방향으로 송전되고 있으면  $-R$ 축방향에 있다. 또한 중부하상태가 될수록 원점에 가까워진다.

그림 34·3은 각종 거리계전기의 동작범위로서, 원 또는 2원호와 직선 또는 절선의 2종류로 대별된다. (a)의 모(mho)형은 원점을 동작범위 한계가



<그림 34·2> 사고전류의 방향



〈그림 34·3〉 여러가지 거리계전기의 동작 범위

통과하고 있으며 사고점의 방향을 식별한다. (b)의 리액턴스형은 리액턴스분에만 응답하기 때문에 사고점 저항의 영향을 받기 어렵고 거리를 식별하는 능력이 우수하다.

(c), (d)의 오프셋 모형은 후비 보호 등에 주로 사용된다. (e)의 음형은 모형이 중부하로 동작하는 경우에 조합시켜 사용하여 부하로 차단되는 일이 없도록 하는 것이다. (f)의 임피던스형은 그리 사용되지 않는다. (g)의 2원호 특성 및 (h)의 절선 특성은 트랜지스터형으로 원 특성 또는 직선 특성으로는 특성적으로 불만족한 경우 필요에 따라 사용된다. 절선특성은 파선과 같은 절선 특성 요소를 추가시켜 다각형 특성으로 하여 방향판별 능력을 갖게 한 것이다.

### 35. 원통형 거리계전기

가동형 거리계전기의 대부분이 유도형이다. 그림 35·1은 모형으로, bc상간용의 것이다. 극성 코일 PC에는 입력전압  $\dot{V} = \dot{V}_b - \dot{V}_c$ 보다 일정 각도  $\phi'$  앞선 전류  $i_p$ 가, 억제 코일 RC에는 전압  $\dot{V}$ 보다  $\phi''$  뒤진 전류  $i_R$ 가, 동작 코일 OC에는 입력전류  $\dot{I} = \dot{I}_b - \dot{I}_c$ 가 흐른다.  $i_p$ 와  $i_R$ 에 의해 억제 토크  $\tau_R$ 가,  $i_p$ 와  $\dot{I}$ 에 의해 동작 토크  $\tau_a$ 가 발생한다.

$$\tau_R \propto i_p i_R \sin(\phi' + \phi'') \propto V^2 \dots\dots\dots (41)$$

$$\tau_a \propto i_p I \sin(\theta + \phi') \propto VI \cos(\theta - \phi') \dots\dots\dots (42)$$

단,  $\theta$ : 전압  $\dot{V}$ 가 전류  $\dot{I}$ 보다 앞서는 각도

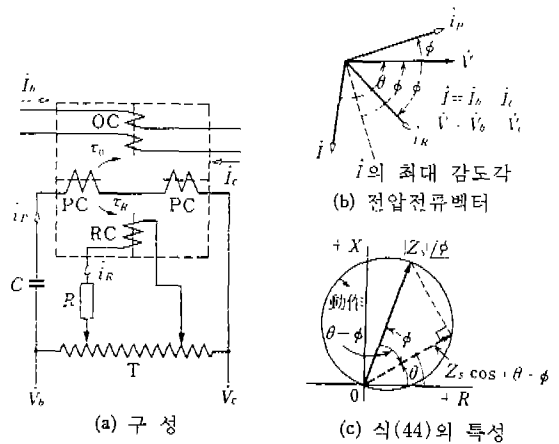
$$\phi = 90^\circ - \phi' = \text{일정각도(최대 감도각)}$$

동작력은 적형 방향계전기와 동일한 것으로  $\theta$ 의 값에 따라서는 부(억제방향)가 된다. 억제력은 전압의 2승에 비례한다.  $\tau_a > \tau_R$  (일정한 힘)으로 동작하므로 동작조건은 다음 식과 같이 된다.

$$K_1 VI \cos(\theta - \phi) > K_2 V^2 + K_3 \dots\dots\dots (43)$$

단,  $K_1, K_2, K_3$ 는 정수. (43)식에서  $K_3$ 를 무시하고 양 변을  $K_1 VI$ 로 나누면

$$Z_s \cos(\theta - \phi) > Z \dots\dots\dots (44)$$



〈그림 35·1〉 원통형 모 계전기

단,  $Z_s = K_1/K_2$   $Z = V/I$

각이  $\theta$ 이고 크기가  $Z_s \cos(\theta - \phi)$ 인 벡터는 그림과 같이  $Z_s \angle \phi$ 를 직경으로 하는 원주상에 있고 원내가 동작 범위가 된다. 최대 감도각  $\phi$ 는  $75^\circ$  또는  $60^\circ$ 로 한다. 억제력은 단권 변압기 T의 탭으로 바뀌고 이것에 의해 조정 거리(리치)  $Z_s$ 가 바뀐다.

그림 35·2는 리액턴스형으로, bc상간용의 결선을 나타낸다. 극성 코일 PC와 동작 코일 OC에는 입력전류  $\dot{I} = \dot{I}_b - \dot{I}_c$ 가 흐른다. OC에서는 2차 코일에 전류  $\dot{i}_{c2}$ 가 흐르기 때문에 자속이 PC보다 뒤지고 동작 토크  $\tau_0$ 를 발생한다. 억제 코일 PC에는 입력전압  $\dot{V} = \dot{V}_b - \dot{V}_c$ 보다 일정 각도  $\phi'$  앞선 전류  $i_R$ 가 흘러  $\dot{i}_R$ 와  $\dot{I}$ 에 의해 억제 토크  $\tau_R$ 를 발생한다. 각 토크는  $\theta, \phi$ 를 (42)식과 동일하게 하면

$$\tau_0 \propto I^2 \dots\dots\dots (45)$$

$$\tau_R \propto i_R I \sin(\theta + \phi) \propto VI \cos(\theta - \phi) \dots\dots\dots (46)$$

동작 조건은

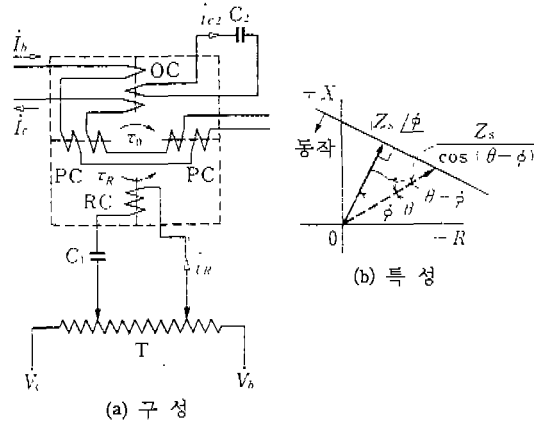
$$KI^2 > KVI \cos(\theta - \phi) + K_s \dots\dots\dots (47)$$

(47)식에서  $K_s$ 를 무시하고 양 변을  $KZI^2 \cos(\theta - \phi)$ 로 나누면

$$\frac{Z_s}{\cos(\theta - \phi)} > Z \dots\dots\dots (48)$$

가 된다. 각이  $\theta$ 이고 크기가  $Z_s / \cos(\theta - \phi)$ 인 벡터는 그림과 같이  $Z_s \angle \phi$ 를 통과하고 또 이것에 대한 직각선상에 있으며 직선보다 원점측이 동작 범위가 된다. 각  $\phi$ 가 임의 각도인 것을 옴형이라고 하고 이 중  $\phi$ 가  $90^\circ$ 인 것이 리액턴스형이다.  $\phi = 0^\circ \sim -15^\circ$ 의 옴형이 브라인더용으로 사용된다.

그림 35·3은 후방 오프셋 모형으로, 모형의 R-X 특성의 원점을 통과하는 부분을 원점을 통과하지 않게 오프셋한 것이다. 2차 코일불이 리액터 TL과 저항기 R에 의해 입력전류  $\dot{I}$ 보다 최대

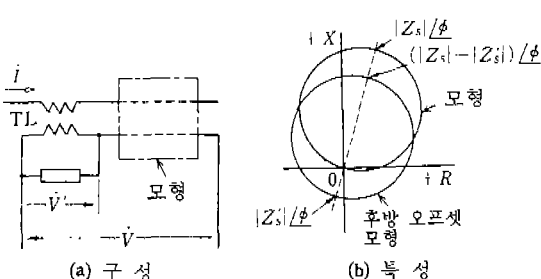


〈그림 35·2〉 원통형 리액턴스 계전기

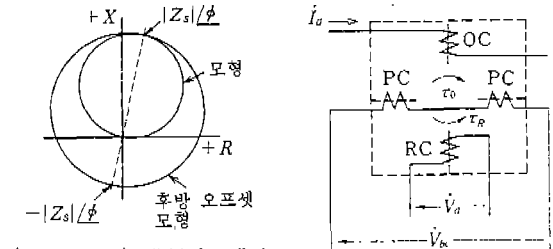
감도각  $\phi$ 만큼 앞선 보상전압  $\dot{V} = \dot{I} |Z_s'| \angle \phi$ 를 발생시키고 입력전압  $V$ 에 이 전압을 가한 합성전압  $\dot{V} + \dot{I} |Z_s'| \angle \phi$ 를 모형의 전압회로에 가한다.

이 경우 합성전압은 계전기 설치점보다 임피던스가  $-|Z_s'| \angle \phi$ 인 지점 전압을 모의하는 것이 되며, 이 모의점에 통상적인 모 계전기를 둔 경우와 동일한 특성이 된다. 따라서 특성은 그림과 같이 모 계전기의 특성을  $-|Z_s'| \angle \phi$ 만큼 이동시킨 것이 되며, 전방의 조정거리(리치)는  $(|Z_s| - |Z_s'|) \angle \phi$ , 후방 리치는  $-|Z_s'| \angle \phi$ 가 된다. 특성은 원점을 포함하게 되며 배후 사고에서도 후방 리치까지의 사고에서는 동작한다.

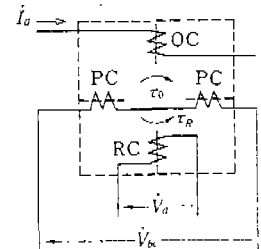
전압  $\dot{V}$ 의 극성을 반대로 하고 합성전압을  $V - \dot{I} |Z_s'| \angle \phi$ 로 하면 특성과 이동방향이 반대가 되며 전방 오프셋 모형이 된다. 또한 보상전압  $V$ 를 억제회로에는 가하지 않고 극성 코일 회로에만 가하는 형도 있는데, 이것은 그림 35·4와 같이 특성을  $-|Z_s'| \angle \phi$ 로 오프셋하더라도 모형으로서의 전방



〈그림 35·3〉 후방 오프셋 모 계전기



〈그림 35·4〉 극성회로에만 보상전압  $I |Z_s'| \angle \phi$ 를 가하는 오프셋 모형의 특성



〈그림 35·5〉 지락거리계전기의 오프셋 모형의 특성

리치  $|Z_s|/\phi$ 가 변화하지 않고 조정하기 쉬운 이점이 있다.

임피던스형은 평형계전기(31)의 억제력을 입력 전압에서 얻도록 한 것으로서, R-X도상의 특성이 그림 34·3과 같이 원점 중심의 원이 된다. 근래에는 그리 사용되지 않는다.

그림 35·5는 지락 거리계전기의 방향 요소로서, a상용의 것이다. 극성전압으로서 사용되는 지각 위상전압  $\dot{V}_{bc}$ 와 전류  $\dot{I}_a$ 간에서 동작력이,  $\dot{V}_{bc}$ 와  $\dot{V}_a$ 에 의해 억제력이 생기고, 동작 조건은

$$K_1 \dot{V}_{bc} I_a \cos(\theta_1 - \phi') - K_2 \dot{V}_{bc} V_a \cos(\theta_2 - 90^\circ) - K_3 > 0 \quad \dots\dots\dots (49)$$

단,  $\theta_1$ 는  $\dot{I}_a$ 가  $\dot{V}_{bc}$ 보다 앞서는 각도,  $\theta_2$ 는  $\dot{V}_a$ 가  $\dot{V}_{bc}$ 보다 앞서는 각도,  $\phi'$ 는 최대 감도각으로서, 통상 15° 또는 30°이다.

a상 지락시에는  $\dot{V}_{bc}$ 가 정상시의 a상 전압보다 90° 뒤지므로 상기한 최대 감도각은 a상 전원전압에서 보면 75° 또는 60° 뒤진 전류에 대응한다. 통상적으로는 상기 동작조건으로 사고 종류에 관계 없이 올바르게 사고점 방향을 판별한다. 다만 배후에 전원이 없는 경우의 2상 지락사고시는 충분한 방향 식별능력이 없고 적용상의 배려가 필요하다.

### 36. 트랜지스터형 거리계전기

대부분의 트랜지스터형 거리계전기는 교류합성 회로와 위상검출기(22절)로 구성된다.

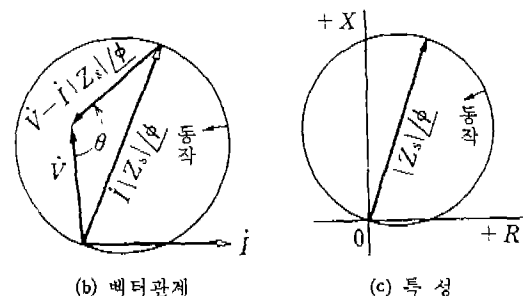
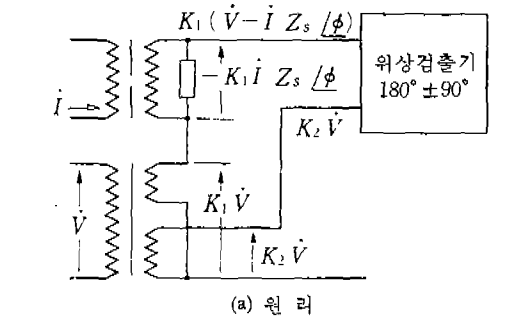
그림 36·1은 모형의 일례로서, 전압입력  $\dot{V}$ 와 전류입력  $\dot{I}$ 에서 합성출력  $K_1(\dot{V} - \dot{I} |Z_s|/\phi)$ 를 구하여 그 합성출력의  $K_2 \dot{V}$ 에 대한 위상차  $\theta$ 가  $180^\circ \pm 90^\circ$  내에 있으면 동작한다. 그림 (b)와 같이 전류  $\dot{I}$ 를 기준 벡터로서 부여하면  $\dot{I}$ 에 비례하고 또  $\dot{I}$ 보다  $\phi$ 앞선 벡터  $\dot{I} |Z_s|/\phi$ 가 자동적으로 그려진다. 이 때 전압  $\dot{V}$ 가 그림의 값이면  $\dot{V} - \dot{I} |Z_s|/\phi$  및 양자의 위상차  $\theta$ 가 그림과 같이 된다.

전압  $\dot{V}$ 가 그림의 원내에 있으면 전술한 위상 조건이 만족되고 동작한다.  $\dot{I}$ 의 크기가 바뀌었을 때는 동작 한계가 되는  $\dot{V}$ 의 크기도 비례해서 변화하고  $\dot{V}/\dot{I}$ 로 표시되는 R-X도상의 특성은 일정하며  $|Z_s|/\phi$ 를 직경으로 하는 원이 된다. 위상검출기의 동작 범위를  $\pm 90^\circ$ 에서 다른 값으로 바꾸면 2원호 특성이 된다.

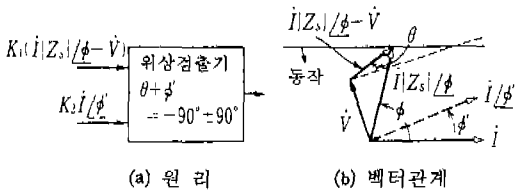
그림 36·2는 리액턴스형의 예이다. 합성출력  $K_1(\dot{I} |Z_s|/\phi - \dot{V})$ 가 전류  $\dot{I}$ 보다  $\phi'$ 앞선 출력  $K_2 \dot{I} \phi'$ 보다 앞서는 각도  $\theta$ 와  $\phi'$ 의 합,  $\theta + \phi'$ 가  $90^\circ \pm 90^\circ$  범위에 있으면 동작한다. 그림 (b)와 같이 전류  $\dot{I}$ 를 기준 벡터로서 부여하면  $\dot{I} |Z_s|/\phi$ 와  $\dot{I} \phi'$ 의 벡터가 그림과 같이 그려진다. 이 때 전압  $\dot{V}$ 가 그림의 값이라고 하면  $\theta$ 가 그림과 같이 된다.  $\theta + \phi'$ 는 합성 벡터  $\dot{I} |Z_s|/\phi - \dot{V}$ 가  $\dot{I}$ 보다 앞서는 각도이고 벡터  $\dot{I} |Z_s|/\phi$ 의 머리를 통하여 벡터  $\dot{I}$ 에 평행인 그림의 직선보다 아래에 전압  $\dot{V}$ 의 벡터가 있으면 동작한다. R-X도상의 특성은  $|Z_s|/\phi$ 의 머리를 통하여 R축에 평행인 직선이 된다.

그림 36·2에서 위상검출기의 동작 범위를  $\pm 90^\circ$  이상으로 하면 특성은  $|Z_s|/\phi$ 로 격어져 꾸부러지는 절선 특성이 된다. 동일한 원리에 의해 음형의 일반형의 것이 얻어진다.

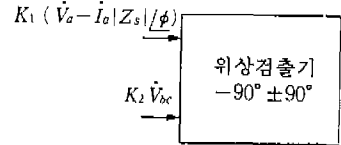
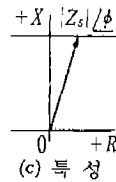
그림 36·3은 후방 오프셋 모형의 예이다. 합성량  $K_1(\dot{V} - \dot{I} |Z_s|/\phi)$ 와  $K_2(\dot{V} + \dot{I} |Z_s|/\phi)$ 의 위상차  $\theta$ 가  $180^\circ \pm \theta_0$ 이면 동작한다. 이 벡터 관계는 그림 (b)로 표시되고  $\dot{I}$ 를 기준 벡터로 했을 때  $\dot{V}$ 가 그림의 원호내일 때 동작한다. R-X도상의 특성은 그림 (c)와 같이  $|Z_s|/\phi$ 와  $-|Z_s|/\phi$ 를 현으로 하



<그림 36·1> 트랜지스터형 모 계전기



<그림 36·2> 트랜지스터형 리액턴스 계전기



<그림 36·4> 지락거리계전기의 방향 요소

는  $180^\circ \pm \theta_s$  원호이고  $\theta_s$ 가  $90^\circ$  일 때는 원이 된다.  $\dot{I}|Z_s|/\phi$ 의 극성을 반대로 하면 전방 오프셋 모 형이다.

그림 36·4는 지락계전기의 방향요소로서 a상용 의 것을 나타낸다. 합성량  $K_1(\dot{V}_a - \dot{I}_a|Z_s|/\phi)$ 가 전 압  $\dot{V}_{bc}$ 보다 앞서는 각도  $\theta$ 가  $-90^\circ \pm 90^\circ$ 이면 동작 한다. 이 조건은 원통형의 식 (49)식으로  $K_3=0$ 로 했을 때와 동일하다. 즉, 위의 동작 조건은

$$\dot{V}_a - \dot{I}_a|Z_s|/\phi \times V_{bc}(\theta - 90^\circ) < 0 \dots\dots\dots (50)$$

이고, 식 (49)의 기호를 사용하여 분해하면

$$V_{bc}V_a \cos(\theta_v - 90^\circ) - V_{bc}I_a Z_s [\theta_v - (90^\circ - \phi)] < 0 \dots\dots\dots (51)$$

가 되고,  $Z_s = K_1/K_2$ ,  $\phi' = 90^\circ - \phi$  하면  $K_3=0$ 의 식 (49)와 같다.

트랜지스터형의 특수한 것으로서 비례한시 거리 계전기가 있다. 이것은 계전기가 보는 임피던스가 클수록 동작시간이 길어지는 것이다. 구성은 반한 시 과전류계전기와 같이 입력전류의 적분에 비례 한 전압을 콘덴서에 축적하여 입력전압에 비례한 역계를 가하게 한 것이다. 콘덴서 전압은 전류와 시간의 적에 비례하므로 평형계전기와 동일한 구 성으로 비례한시 거리계전기가 얻어진다.

### 37. 거리계전기의 특성과 구성

그림 34·3 등과 같은 R-X도상의 거리계전기

특성은 원통형의 식 (43)이나 식 (47)의 정수  $K_3$  를 무시한 것으로, 이상화된 것이다. 입력전류가 큰 경우의 특성은 이 이상화된 것과 거의 같지만 입력류가 작을 때의 특성은 상이한 것이 된다.

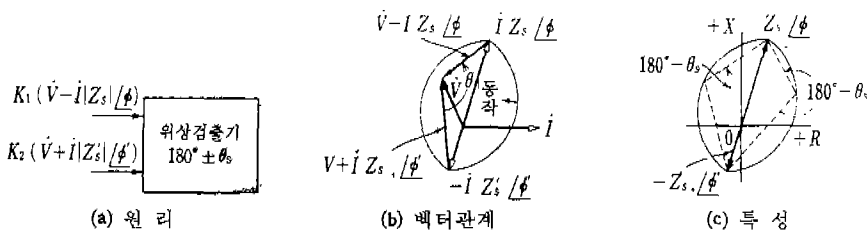
트랜지스터형도 입력회로 부분의 반도체 소자에 는 전류의 크기에 따라 그리 다르지 않은 거의 일 정한 근소한 전압 강하가 있으며 이 영향에 의해 동일한 경향이 된다.

그림 37·1은 이와 같은 성능을 대표하는 특성 으로서 많이 사용되는 전류 : 거리특성이다. 전압과 전류의 위상차는 최대 감도각, 즉, 모형은 리치 최 대의 각도, 리액턴스형은 X축상에 고정시켜 두고 전류 I를 바꾸어 동작한계 전압 V를 구한 것이다.

종축은 이 때의 V/I를 조정거리(단위는 옴)에 대한 %로 표시된다. 전류가 작을 때는 조정거리 내에서도 부동작이 되는 언더리치 현상을 일으킨 다. 모형은 0 및 100% 부근의 양자의 감도가 낮지 만 리액턴스형은 지근점 사고에서의 감도가 좋다.

모형은 기억작용에 의해 전압 V가 0인 지근사고 에서도 전류가 일정치 이상 있으면 잠시 동작한 다. 즉, V=0에서는 식 (43)이 성립되지 않지만 사 고시에는 V가 급감한다.

이 때 그림 35·1의 극성 코일 전류  $i_p$ 는 직렬 공진에 의해 사고전의 위상 그대로 감쇠 진동하며 이것과 전류의 작용에 의해 내부방향의 사고면 동작한다. 그림 표시는 생략했지만 트랜지스터형



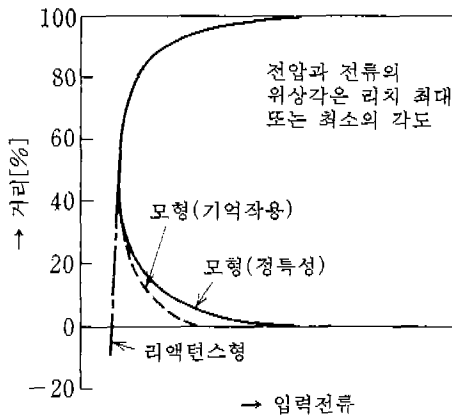
<그림 36·3> 후방 오프셋 모 계전기

도 동일한 기억회로로 기억작용이 행하여지게 되어 있다.

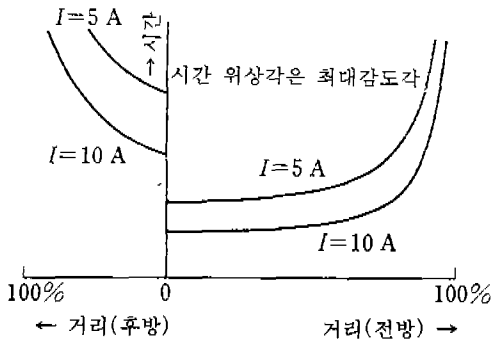
거리계전기의 과도동작에는 이상의 것 외에 조정거리 밖의 임피던스로 동작하는 오버 리치도 있다. 과도 오버 리치는 사고발생 직후 등에 극히 단시간 동작하는 것으로서, 사고발생 위상(전압 파형상의 어느 위상에서 사고를 발생하는가) 등에 따라서도 정도가 다르다. 오버 리치의 정도는 조정거리에 대한 %로 표시된다.

그림 37·2는 거리계전기의 동작시간 특성을 오프셋 모형을 예로 하여 나타낸 것이다. 거리계전기의 동작시간 특성은 전압이 강하함과 동시에 전류가 흐르도록 하여 측정하는 것이 일반적이며 그림도 이 조건으로 얻어진 것이다.

이것은 거리계전기의 통상적인 응동상태를 모의한다. 동작시간은 입력전류가 작을수록 늦고 리치 한계에 가까워질수록 늦어진다. 거리 0%의 양 측



〈그림 37·1〉 전류 : 거리특성



〈그림 37·2〉 거리계전기의 평균 동작시간특성

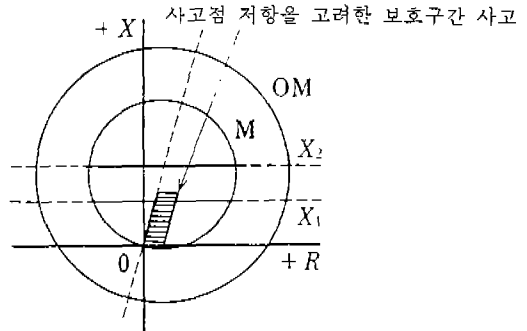
에서 동작시간이 많이 다른 것은 기억작용 때문이며, 후방사고에서는 기억작용에 의한 사고전 전압의 영향으로 사고시 입력의 영향이 강해질 때까지 동작하지 않으므로 동작시간이 늦어진다. 전방사고만을 착안하면 모형 및 리액턴스형의 동작시간도 그림 37·2와 동일하다.

전압과 전류를 0부터 동시에 계전기에 인가하여 동작시간을 측정하면 앞의 경우와 달라지는 일이 많다. 이 조건은 예를 들면 전압입력을 차단기의 송전선측에서 얻고 있을 때 차단기 투입과 동시에 그 송전선에 사고가 생긴 경우에 상당된다.

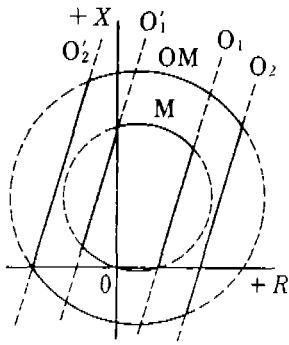
이 영향은 기억작용이 있는 계전기에서 심하며, 오프셋 모형은 전방 후방간의 동작시간의 차가 없어진다. 모형은 기억작용 동작이 없어지고 0% 부근의 동작시간은 100% 부근의 동작시간과 비슷한 것이 된다.

그림 37·3은 거리계전기 구성의 예이다.  $X_1$ 과  $M$ 이 모두 동작했을 때 고속 동작의 제1단 보호를 하고,  $X_1$ 와  $M$ 이 모두 동작했을 때 한시 동작의 제2단 보호를 한다. 더 늦은 한시의 제3단 보호는  $OM$ 으로 행하여진다.  $M$  부동작  $X_1$  부동작의 원방 사고에서  $M$  부동작  $X_1$  동작이 되면 사고전류의 반전이나 부하상태에의 회복으로 단시간 양자가 함께 동작할 우려가 있다. 이러한 우려가 있을 때는  $M$  동작  $X_1$  부동작이 1~2 사이클 계속되면 제1단에 의한 차단을 1사이클 정도 뒤지게 하는 시퀀스로 한다.

거리계전기는 탈조에 의해 오동작한다. 이를 피하기 위해서는 1~2 사이클의  $OM$  동작  $M$  부동작이 있으면 제1단, 제2단의 차단을 하지 않도록 한다. 계전기가 보는 임피던스는 탈조시에는 서변



〈그림 37·3〉 거리계전기의 구성



〈그림 37·4〉 블라인더의 응용

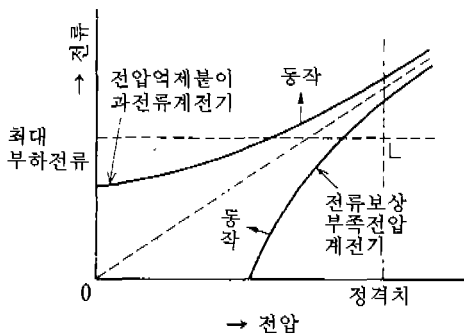
(徐變)하고 사고시에는 급변하므로 1, 2단 범위의 사고에서는 차단이 저지되지 않는다.

그림 37·3의 특성으로 부하로 동작하는 장거리 중부하 송전선에 있어서는 그림 37·4와 같이 음형을 블라인더로 하여 사용하거나 또는 절선 특성을 이용하여 부하방향의 동작범위를 제한한다.

### 38. 전압억제불이 계전기와 전류보상형 부족전압계전기

이것들은 거리계전기와 비슷한 계전기이다. 전압억제불이란 전압이 높을 때는 감도가 나쁘고 전압이 낮을 때는 감도가 좋도록 전압에 의한 억제력을 추가시키는 것이다. 많이 사용되는 것은 전압억제불이 과전류계전기와 전압억제불이 방향계전기인데, 전자는 임피던스형, 후자는 모형 거리계전기와 동류(同類)이다.

전압억제불이로서 구별되는 것은 거리계전기로



〈그림 38·1〉 전압억제불이 과전류계전기와 전류보상형 부족전압계전기의 특성

서 충분한 정밀도를 갖지 않는 경우와 용도가 상이한 경우이다. 전압억제불이 적형 방향계전기(30절)는 용도가 다른 예이다. 단락보호용으로 사용되는 전압억제불이 과전류계전기의 특성은 그림 38·1과 같이 되어 있으며, 정격전압에 있어서는 최대 부하전류에서 부동작, 저전압에서는 소전류라도 동작으로 할 수가 있다.

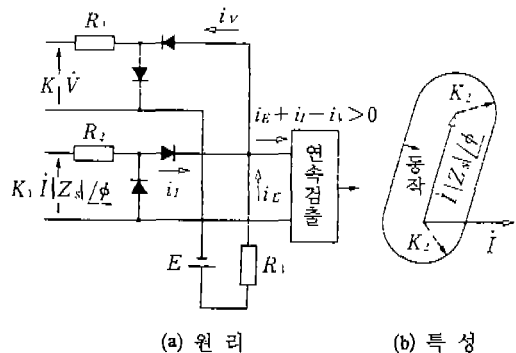
전류보상 부족전압계전기는 그림 38·1의 특성과 같이 전압이 강하하지 않더라도 전류가 크면 동작하도록 전류 보상을 한 부족전압계전기로서 단락사고 발생의 검출 등에 사용된다.

이와 같은 특성은 가동형은 거리계전기의 스프링의 힘을 억제방향으로 바꾸고, 예를 들면 모형의 식 (34)의 정수  $K_3$ 를 부로 하면 용이하게 얻어진다. 모형은 예정방향사고에 대해서만 동작하기 쉽고 부하전류와 구별하기 쉬운 전류 보상이 된다. 임피던스형으로 동일하게 하면 전류와 전압의 위상관계에 관계없는 전류 보상을 할 수 있다.

그림 38·2는 위상 특성이 있는 트랜지스터형 전류보상 부족전압계전기의 예이다. 전압에 비례한 입력  $K_1 \dot{V}$ 와 전류에 비례하고  $\phi$  앞섬의 입력  $K_2 \dot{I} |Z_s| / \phi$ 를 가하여 각각에 비례하는 반파 정류전류  $i_e$ 와  $i_i$ 를 얻는다. 이것들과 일정 직류전류  $I_s$ 와의 합성전류  $i_e + i_i - i_s$ 가 부가 되는 기간이 없으면 동작한다.

$\dot{V}$ 와  $\dot{I} |Z_s| / \phi$ 가 동위상이면  $i_e$ 와  $i_i$ 의 피크가 중첩되어 가장 보상도가 높고 위상이 벌어지는 데 따라 보상도가 저하한다. 특성은 그림과 같이  $\dot{I} |Z_s| / \phi$ 의 벡터를 등거리로 포위하는 운동장형이 된다.

〈 다음호에 계속 ... 〉



〈그림 38·2〉 트랜지스터형 전류보상 부족전압계전기